

чітко визначена необхідна кількість транспортних засобів, а також необхідні розміри полотен решітних в сепараторах для їх очищення.

На основі проведених досліджень хімічних властивостей встановлено, що олійні зернові культури мають не однакове співвідношення основних показників хімічного складу, тому необхідні різні підходи до контролю показників їх якості в процесі зберігання. Отримані результати дають можливість у подальшому розрахувати рецепти комбікормів для сільськогосподарських тварин та птиці, а також створити попередні суміші з оптимізованим хімічним складом, що у підсумку надасть можливість підвищити пропозицію продукції зернопереробних підприємств з більшою доданою вартістю та розвинути ринок продуктів переробки в сучасних ринкових умовах.

### **Література**

1. Маслак О. Логистика экспорта зерна в Украине [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://propozitsiya.com/logistika-eksporta-zerna-v-ukraine> — 05.10.2017 р.
2. Зверева К. Ринок зерна України: від експорту сировини до готової продукції [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://agronews.ua/node/82481> — 06.10.2017 р.

## **ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЗАТРАТ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ НА ПРОЦЕС СУШІННЯ ТЕХНІЧНОГО КАЗЕЇНУ**

**М. М. Шинкарик, канд. техн. наук**

**О. І. Кравець, канд. техн. наук**

**С. М. Венгринович**

*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

**С. О Четверікова**

*ПрАТ «Тернопільський молокозавод»*

В харчовому виробництві значна частка витрат енергоносіїв припадає на процеси сушіння. Під час сушіння відбуваються наступні фізичні явища: передача теплоти від теплоносія до матеріалу; рух вологи з центральних шарів матеріалу до поверхневих; випаровування вологи з поверхні матеріалу та дифузія її в навколишнє середовище.

Відмінності форм зв'язку вологи обумовлюють відмінності механізмів розриву цього зв'язку. На відміну від вільної вологи, яка відділяється самостійно (в результаті самопресування), для видалення капілярної вологи потрібно забезпечити дію тиску або здійснити обробку (наприклад термічну). Гідратаційну вологу практично важко відділити, але під дією деяких технологічних факторів (тиску, температури) вона може переходити у вільну або капілярну.

Деякі харчові маси (казеїн, сирне зерно) мають пористу структуру та володіють пружними властивостями [1, с. 481]. При дії навантаження на шар такої маси її частинки деформуються і частка об'єму пор в загальному об'ємі матеріалу (пористість) зменшується. При припиненні дії навантаження частинки частково відновлюють свою попередню форму, їх пористість зростає. В результаті цього пори, релаксуючи, заповнюються оточуючим середовищем.

Цей ефект можна використати при сушінні. Наприклад, створивши умови, при яких матеріал піддаватиметься тимчасовому навантаженню, після зняття якого пори будуть заповнюватися теплоносієм. Таким чином, матеріал буде нагріватися одночасно ззовні та із середини.

У такий спосіб, зокрема, можна зменшити енергоємність процесу сушіння казеїну.

Найбільш поширеним обладнанням для виробництва казеїну є шнекові преси для відділення сироватки ПШ-150, ПШ-300 і сушарки в киплячому шарі ВС-150, ВС-300. Використання цього обладнання забезпечує високу якість продукту, але, в той же час, вимагає великих енергетичних витрат. На виході із преса вологість продукту становить 60% і температура близько 15-20°C за рахунок охолодження казеїну промивною водою. При таких параметрах казеїн подають в сушарку. Повітря, поступаючи через перфороване дно при температурі 120 °C, створює киплячий шар продукту і одночасно забирає вологу з казеїну. На виході з сушарки температура повітря становить близько 50°C, тобто воно має ще істотний енергетичний потенціал.

Пропонується герметизувати з'єднання шнекового преса з завантажувальним механізмом сушарки і направляти частину відпрацьованого теплоносія в завантажувальний механізм. На виході із преса пори будуть заповнятися теплим повітрям. За рахунок цього зерна казеїну нагріватимуться як із зовні, так і зсередини, що інтенсифікує процес сушіння казеїну і зменшує енергоємність процесу.

У зв'язку з цим, досліджені компресійні властивості казеїнових згустків, зокрема, встановлено величину відносної деформації шару казеїну при дії тиску (рис. 1). Також встановлено, що після припинення дії тиску деформований шар казеїну відновлює свою початкову висоту більш, ніж на 80%. На основі отриманих даних визначено кількість повітря, що заповнює пори.

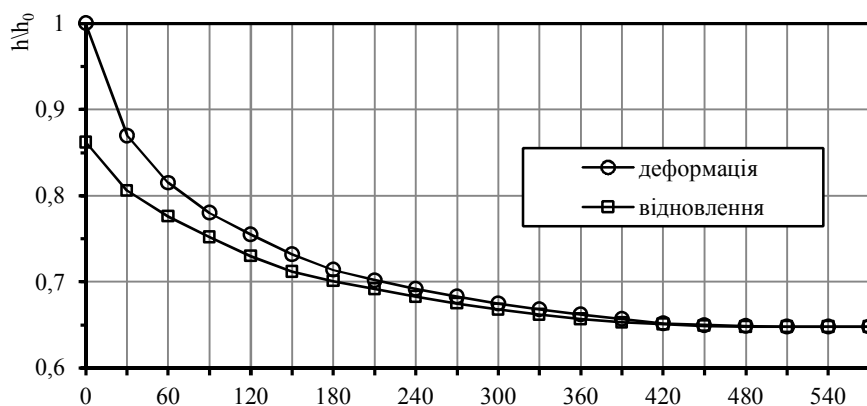


Рис. 1. Криві деформації та відновлення шару технічного казеїну при тиску 3 кПа.

Таким чином, встановлено, що компресійні властивості казеїну дозволяють, з метою зниження енергоємності його сушіння, застосовувати ефект нагрівання шляхом потрапляння теплоносія в пори продукту.

### Література

1. Шинкарик М.М. Дослідження компресійно-фільтраційних характеристик білкової дисперсної фази / М.М. Шинкарик, О.І. Кравець // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. — 2012. — №1(15). — С.476-484.